

APLIKASI BIOKOMPOS STIMULATOR *Trichoderma* spp. DAN BIOCHAR TEMPURUNG KELAPA UNTUK PERTUMBUHAN DAN HASIL JAGUNG (*Zea mays* L.) DI LAHAN KERING

Applications Biocompost Stimulator Trichoderma spp. and Coconut Shell Biochar for Growth and Yield of Maize (Zea mays L.) in Dry Land

Wawan Apzani^{1)*}, I Made Sudantha¹⁾, M. Taufik Fauzi¹⁾

¹⁾ Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Lahan Kering, Program Pascasarjana
 Universitas Mataram

Jalan Pendidikan No. 37 Mataram – 83125

*E-mail: wawanapzani@yahoo.com

ABSTRACT

The objective of this research was to investigate the effect of applying biocompost stimulated by Trichoderma spp. and biochar from coconut shell on the growth and yield of maize (Zea mays L.) in the dryland of Akar-akar village, Sub-district of Bayan, North Lombok. A field experiment had been carried out from August to December 2014 by using Split Plot design and Randomized Completely Block Design (RCBD) with two factors namely biocompost and biochar. The biocompost as sub plot was applied at the rate of 0, 5, 10, 15, 20, or 25 tonnes/ha; whereas the biochar as main plot was applied at the rate of 0 or 20 tonnes/ha. The treatments were replicated three times. The result showed that biocompost stimulated by Trichoderma spp. could significantly increase the growth and yield of maize. The application of biocompost at the rate of 15 tonnes/ha could increase the growth and yield of dry shelled maize till 6,2 tonnes/ha.

Keywords: *biocompost, biochar, growth, yield, maize*

PENDAHULUAN

Penurunan produksi jagung di tengah cuaca ekstrim terjadi di hampir seluruh negara produsen jagung di dunia (Zulkarnain, 2012). Namun secara nasional kebutuhan jagung di Indonesia mengalami peningkatan (Winarso, 2012). Meningkatnya kebutuhan jagung di Indonesia disebabkan oleh adanya permintaan dari industri pakan ternak (Departemen Pertanian, 2007 dalam Umiyasih dan Wina, 2008), sehingga untuk memenuhi kebutuhan jagung dalam negeri dilakukan impor dari luar negeri. Sebagaimana diungkapkan oleh Winarso (2012) bahwa impor jagung sampai saat ini masih cukup besar. Sedangkan kenaikan areal tanam hanya 1% per tahun (BAPPEBTI, 2012).

Berdasarkan Angka Tetap (ATAP) pada tahun 2013 dinyatakan bahwa terjadi penurunan produksi jagung di Indonesia.

Produksi jagung sebesar 18,51 juta ton pipilan kering atau turun 4,52% dibandingkan tahun 2012 yang mencapai 19,34 juta ton pipilan kering. Penurunan produksi terjadi karena menurunnya luas panen seluas 100,24 ribu hektar (BPS, 2014). Lebih lanjut BPS NTB (2014) melaporkan bahwa produksi jagung di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) berdasarkan ATAP pada tahun 2013 mencapai 633.773 ton pipilan kering, turun sebesar 1,38% jika dibandingkan dengan ATAP tahun 2012 yang mencapai 642.674 ton pipilan kering. Penurunan ini disebabkan oleh luas panen jagung yang menurun dari 117.030 hektar pada tahun 2012 menjadi 110.273 hektar pada tahun 2013.

Penurunan luas panen jagung dapat ditingkatkan dengan memanfaatkan lahan kering yang berpotensi menjadi lahan pertanian yang produktif (Suwardji, 2003).

Akan tetapi tidak semua lahan kering sesuai untuk pertanian, terutama karena adanya faktor pembatas tanah seperti lereng yang sangat curam atau solum tanah yang dangkal. Oleh karena itu, dalam pengelolaan lahan kering pada setiap wilayah akan berbeda tergantung dari faktor pembatas yang ada (Abdurachman *et al.*, 2008).

Salah satu wilayah di NTB yang memiliki areal lahan kering yang cukup luas adalah di Kabupaten Lombok Utara. Wilayah lahan kering Lombok Utara mempunyai potensi yang sangat baik untuk dikembangkan menjadi lahan yang produktif (Crippen Consultan, 1976 dalam Sudantha dan Suwardji, 2013). Akan tetapi permasalahan lahan kering di Kabupaten Lombok Utara yaitu tekstur tanah yang kasar (*sandy loam*) yang berarti bahwa tanah ini mempunyai drainase dalam (*internal drainage*) yang cepat, sehingga kehilangan air karena keluarnya air dari zona perakaran relatif besar (Suwardji, 2006).

Kadar nitrogen pada lahan kering Lombok Utara tergolong rendah yaitu < 1% setara dengan 24 kg/ha yang disebabkan oleh mobilitasnya yang tinggi seperti mudah menguap dan tercuci sehingga tanah tidak mampu mempertahankan hara ini (Suwardji *et al.*, 2007). Menurut Ma'sum *et al.* (2003), lahan kering di Lombok Utara memiliki kemampuan yang cukup rendah dalam kapasitas tukar kation dan menahan air. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu dilakukan rekayasa pada lahan kering Lombok Utara dengan menggunakan bahan pembenah tanah (amelioran) untuk meningkatkan kemampuan tanah menahan air dan hara (Sudantha dan Suwardji, 2012). DPTP Jawa Barat 2013 melaporkan bahwa untuk meningkatkan kualitas tanah perlu digunakan bahan organik. Hal ini sesuai dengan pendapat Suntoro (2003) bahwa pemberian bahan organik dapat

memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologis tanah.

Salah satu jenis bahan organik yang efektif digunakan adalah pupuk organik biokompos. Biokompos merupakan pupuk organik hasil fermentasi jamur *Trichoderma* spp. yang dapat berfungsi sebagai sumber unsur hara bagi tanaman dan sumber energi bagi mikroorganisme tanah, dapat memperbaiki sifat-sifat tanah, memperbesar daya ikat tanah berpasir, memperbaiki struktur tanah berlempung sehingga lebih ringan, mempertinggi kemampuan tanah mengikat air, memperbaiki drainase dan tata udara pada tanah berat sehingga suhu tanah lebih stabil, membantu tanaman tumbuh dan berkembang lebih baik, sebagai substrat untuk meningkatkan aktivitas mikrobia antagonis, dan dapat mencegah patogen tular tanah (Sudantha dan Suwardji, 2013).

Upaya lain dalam perbaikan kualitas tanah adalah penggunaan bahan-bahan organik yang tergolong sebagai bahan pembenah tanah seperti biochar (Sonia, 2014). Hal ini juga dikemukakan oleh Sudantha dan Suwardji (2012), bahwa selain biokompos, untuk meningkatkan kesuburan tanah dan kemampuan tanah dalam hal memegang air dan menahan hara dapat digunakan bahan pembenah seperti biochar. Sesuai dengan hasil penelitian Rostaliana *et al.* (2013) yang telah membuktikan bahwa biochar yang terbuat dari tempurung kelapa dapat meningkatkan K tersedia tanah lahan jagung pada ke dalaman 0-20 cm. Selanjutnya Surianingsun (2012) menyatakan bahwa penggunaan biochar tempurung kelapa dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk nitrogen (N). Dilaporkan pula bahwa biochar tempurung kelapa dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air (Multazam, 2012).

Berdasarkan uraian di atas, maka telah dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan hasil jagung yang diberi perlakuan biokompos dan biochar.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Laminar Air Flow Cabinet*, autoklaf, oven, timbangan analitik, hotplate, gelas kimia, mikroskop, gelas ukur, pipet, pisau, jarum ent, jarum preparat, lampu bunsen, gelas benda, gelas penutup, cawan petri, dan erlenmeyer. Alat-alat yang digunakan di lapangan yaitu meteran dan alat pengolahan tanah. Bahan-bahan yang digunakan adalah medium PDA, jamur *T. harzianum* isolat SAPRO-07 dan *T. koningii* isolat ENDO-02, air, gula merah, alkohol, streptomycin, bahan kompos, biochar (tempurung kelapa), benih jagung, pupuk urea dan phonska.

Tahapan Penelitian

Persiapan dan pelaksanaan percobaan

Biakan jamur yang digunakan yaitu biakan jamur *T. koningii* isolat ENDO-02 dari batang vanili Timbenuh dan biakan jamur *T. harzianum* isolat SAPRO-07 dari rhizosfer vanili Jurang Malang (Sudantha, 2008b). Perbanyakan dilakukan di Laboratorium Produksi II Fakultas Pertanian Universitas Mataram.

Pembuatan medium tumbuh *T. harzianum* dan *T. koningii* dengan cara mencampurkan air rebusan kentang gula pasir dan tepung agar selanjutnya disterilkan di autoklaf selama ± 2 jam pada suhu 121°C dengan tekanan 1,5 atm. Setelah itu larutan medium tumbuh ditambahkan streptomycin dan dituang ke dalam petri steril kemudian dibiarkan pada *Laminar Air Flow* sampai memadat.

Biokompos dibuat dengan cara mencampurkan sekam padi dan kotoran ayam dengan larutan *Trichoderma* spp. kemudian dimasukkan ke dalam karung lalu ditutup rapat. Selanjutnya difermentasikan selama 1 minggu hingga menjadi biokompos.

Biochar dibuat dengan cara memasukkan tempurung kelapa ke dalam

lubang yang telah disiapkan pada permukaan tanah, kemudian dibakar dan ditutup menggunakan pelepah batang pisang yang masih basah.

Penanaman dilakukan secara tugal dengan jarak tanam 20 cm x 70 cm, kemudian dimasukkan 3 biji dalam setiap lubang tanam dan menyisakan 2 tanaman yang tumbuh sehat. Selanjutnya biokompos diaplikasikan dengan cara dilarikan sedangkan biochar diberikan saat pengolahan lahan. Penyiangan dilakukan bersamaan dengan pembumbunan.

Pengamatan peubah

Peubah yang diamati meliputi parameter pertumbuhan dan hasil tanaman. Parameter pertumbuhan meliputi tinggi tanaman, berat berangkasan basah dan kering pada fase vegetatif maksimum dan setelah panen. Sedangkan parameter hasil meliputi panjang tongkol, diameter tongkol, berat kering tongkol, berat pipilan kering pada tongkol, dan berat 100 biji.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini dirancang dengan percobaan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan petak terbagi (*Split plot design*) dan dengan 2 faktor yaitu biokompos dan biochar. Faktor biokompos sebagai anak petak terdiri dari 6 aras yaitu K0 = tanpa biokompos, K1 = 5 ton/ha, K2 = 10 ton/ha, K3 = 15 ton/ha, K4 = 20 ton/ha, dan K5 = 25 ton/ha. Faktor biochar sebagai petak utama terdiri dari 2 aras yaitu B0 = tanpa biochar dan B1 = 20 ton/ha. Terdapat 12 kombinasi perlakuan antara dosis biokompos dan biochar dengan 3 ulangan sehingga diperoleh 36 unit percobaan.

Metode Analisis

Data semua hasil pengamatan dianalisis secara statistik menggunakan analisis keragaman (ANOVA) dengan taraf signifikansi 5%, kemudian apabila antar perlakuan berbeda nyata (signifikan) yang ditunjukkan dengan nilai $P < 0,05$

maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf signifikansi yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi biokompos stimulator *Trichoderma* spp. memberikan pengaruh nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Sedangkan aplikasi biochar tempurung kelapa tidak memberikan pengaruh secara nyata tetapi perlakuan dengan biochar cenderung memberikan pertumbuhan dan hasil yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa biochar. Kedua faktor pun tidak menunjukkan adanya interaksi. Selanjutnya dilakukan uji lanjut faktor biokompos dengan uji BNJ pada taraf signifikansi 5%.

Data pada **Tabel 1** menunjukkan bahwa perlakuan biokompos dengan dosis 15 ton/ha memberikan peningkatan tinggi tanaman terbesar hingga 30,22 cm pada setiap minggunya, karena pada dosis ini tanaman memperoleh ketersediaan hara yang sesuai untuk pertumbuhannya. Sebagaimana diungkapkan oleh Faizal (2014) bahwa pemberian biokompos dengan dosis 15 ton/ha dapat mencukupi kebutuhan hara tanaman jagung varietas

Bonanza.

Meningkatnya tinggi tanaman yang diberi perlakuan biokompos disebabkan oleh tersedianya unsur hara sebagai hasil dari aktivitas mikrobial dalam mendekomposisikan bahan organik/biokompos karena rendahnya C/N rasio biokompos yaitu 7,72%. Rendahnya C/N rasio biokompos menyebabkan hara mudah termineralisasi (terlepas) oleh mikroorganisme tanah pada proses dekomposisi sehingga tersedia bagi tanaman (Suntoro, 2003). Selain itu peningkatan tinggi tanaman jagung tidak lepas dari kemampuan penyerapan air dan hara oleh akar tanaman. Pertumbuhan akar tanaman dipengaruhi oleh keberadaan jamur *Trichoderma* spp. pada biokompos. Sesuai pendapat Lina (2009) bahwa jamur *T. harzianum* dapat meningkatkan pertumbuhan akar tanaman jagung. Menurut Suwahyono (2003) tanaman yang diberikan *T. harzianum* memiliki sistem perakaran lebih baik yang ditandai dengan meningkatnya pertumbuhan serabut akar. Dengan meningkatnya pertumbuhan akar maka kemampuan tanaman dalam menyerap air dan hara juga meningkat yang pada akhirnya dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman (Hasiholan, 2000).

Tabel 1. Hasil uji lanjut faktor biokompos terhadap koefisien regresi (nilai b) tinggi tanaman umur 2-7 MST

Faktor Biokompos	Koefisien regresi (nilai b) tinggi tanaman
Tanpa biokompos	19,46 b
5 ton/ha	24,68 ab
10 ton/ha	25,87 ab
15 ton/ha	30,22 a
20 ton/ha	26,05 ab
25 ton/ha	22,95 ab
BNJ 5%	6,9
Faktor Biochar	Koefisien regresi (nilai b) tinggi tanaman
Tanpa biochar	22,76
20 ton/ha	26,98
BNJ 5%	

Keterangan *) : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

Adanya kecenderungan lebih tingginya pertumbuhan tanaman jagung yang diberikan perlakuan biochar disebabkan oleh kemampuan biochar dalam menahan hara karena adanya muatan positif (+) dan negatif (-) yang dimilikinya sehingga hara terhindar dari proses pencucian (*leaching*) dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Didiek, 2008 dan Yunita, 2012).

Tersedianya hara bagi tanaman pada perlakuan 15 ton/ha disebabkan oleh keberadaan *T. harzianum* pada biokompos sebagai jamur saprofit (Sudantha, 2007) yang membantu dalam fermentasi bahan organik menjadi senyawa-senyawa sederhana yang dapat dimanfaatkan tanaman. Hara sebagai hasil fermentasi digunakan untuk memenuhi kebutuhan tanaman dalam siklus hidupnya. Selanjutnya *T. koningii* dikenal sebagai jamur endofit (Sudantha, 2008b) yang mampu melakukan penetrasi ke dalam jaringan tanaman.

Jamur endofit *T. koningii* melakukan penetrasi ke dalam jaringan tanaman jagung dan mendifusikan hormon pertumbuhan yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Sudantha, 2011b). Hal ini sejalan dengan pendapat Sudantha (2010b) bahwa jamur *T. koningii* lebih berperan dalam memacu pemanjangan batang karena jamur ini cepat melakukan kolonisasi pada jaringan tanaman dan mendifusikan etilen untuk pemanjangan batang.

Lebih rendahnya koefisien regresi (nilai b) pada perlakuan tanpa biokompos yang berarti bahwa peningkatan tinggi tanaman pada perlakuan ini lebih rendah yang disebabkan oleh rendahnya kandungan nitrogen (N) total pada perlakuan tersebut yaitu 0,07%. Nitrogen merupakan hara esensial pada fase vegetatif tanaman jagung (Nurdin *et al.*, 2008), karena hara ini sangat berperan dalam pembentukan biomassa untuk pertumbuhan tanaman (Buckman dan Brady, 1982). Apabila kekurangan hara

ini, maka pertumbuhan tanaman menjadi lambat (Moeskops, 2007). Selanjutnya tidak berbedanya nilai b antara perlakuan tanpa dan dengan biokompos dosis tertinggi diduga sebagai akibat tingginya populasi *T. harzianum* sehingga senyawa yang dikeluarkannya dalam konsentrasi tinggi dapat meracuni tanaman. Senyawa asing yang dikeluarkan oleh mikrobia seperti jamur dalam konsentrasi tinggi dapat menjadi racun bagi tanaman, karena senyawa tersebut akan berikatan dengan protein membran sel sehingga menghambat metabolisme asimilasi tanaman yang pada akhirnya dapat menghambat pertumbuhan dan hasil tanaman. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Herlina (2009) bahwa tanaman yang diberikan *T. harzianum* dengan konsentrasi tinggi, dapat menghambat pertumbuhan dan hasil tanaman tomat karena tingginya konsentrasi senyawa antifungi yang dikeluarkan dapat meracuni tanaman.

Tidak bedanya peningkatan tinggi tanaman (nilai b) pada faktor biochar sebagai akibat dari kemampuan biochar yang hanya membantu dalam menahan hara saja (Goenadi, 2010) namun tidak mampu menjadi sumber hara bagi tanaman dalam waktu singkat karena C/N rasio pada biochar tempurung kelapa tergolong sangat tinggi yaitu 237% (Sukartono *et al.*, 2011). Tingginya C/N rasio biochar mengakibatkan sulitnya mineralisasi hara oleh mikroorganisme tanah (Manurung *et al.*, 2013). Oleh sebab itu tanaman kurang mendapatkan suplai hara dari biochar.

Lebih beratnya berangkas basah dan kering tanaman yang diperlakukan dengan biokompos (**Tabel 2**) menunjukkan bahwa biokompos efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Sebagaimana hasil penelitian Sudantha (2009) bahwa biokompos hasil fermentasi jamur *T. harzianum* isolat SAPRO-07 dan *T. koningii* isolat ENDO-02 dapat meningkatkan pertumbuhan kedelai di rumah kaca. Selanjutnya hasil

penelitian Mas'ad (2012) telah membuktikan bahwa aplikasi biokompos hasil fermentasi jamur endofit dan saprofit *Trichoderma* spp. mampu meningkatkan berat berangkas basah dan kering tanaman kedelai di lahan kering.

Meningkatnya berat berangkas tanaman pada perlakuan biokompos juga terkait dengan ketersediaan hara karena meningkatnya pH dari sedikit masam (6,1) menjadi netral (7,2). Menurut Bintang dan Lahudin (2007), hara akan tersedia secara optimal bagi tanaman pada kisaran pH 6,5-7,5. Hal ini menunjukkan bahwa pH (6,1) pada perlakuan tanpa biokompos mengakibatkan tidak optimalnya ketersediaan hara bagi tanaman. Lebih lanjut Widawati *et al.* (2008) mengungkapkan bahwa pada kondisi masam hara diikat kuat oleh kation-kation asam seperti Al dan Fe dengan ikatan Al-add atau Fe-add sehingga hara menjadi sulit tersedia bagi tanaman. Selain itu meningkatnya pH tanah menjadi netral juga dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah (Nurida dan Rahman, 2009), sehingga ketersediaan hara di dalam tanah pun meningkat akibat proses dekomposisi bahan organik/biokompos, karena biokompos merupakan sumber unsur hara bagi

tanaman (Sudantha, 2010a). Lebih lanjut Lingga (2005) mengemukakan bahwa jika unsur hara yang dibutuhkan tanaman tersedia dalam jumlah yang cukup, maka hasil metabolisme seperti sintesis biomassa akan meningkat, akibatnya berat tanaman semakin bertambah.

Peningkatan berat berangkas tanaman jagung tidak lepas dari pengaruh *Trichoderma* spp. pada biokompos dalam menjaga kesehatan tanaman. Sebagaimana dilaporkan oleh Herlina dan Dewi (2010), bahwa biokompos dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena meningkatnya kesehatan tanaman. Perlakuan tanpa biokompos menunjukkan pertumbuhan yang lebih rendah juga karena infeksi penyakit bulai dengan ciri-ciri daun berwarna kuning pucat karena rusaknya kloroplast (klorotik) dan terhambatnya pertumbuhan tanaman (Wakman dan Burhanuddin, 2007). Penyakit ini disebabkan oleh jamur patogen *Peronoslerospora maydis* yang menginfeksi tanaman melalui stomata dan melakukan kerusakan pada kloroplast (Wakman, 2002). Intensitas serangan penyakit bulai pada perlakuan tanpa biokompos dapat mencapai 29,8% (Sudantha dan Suwardji, 2013).

Tabel 2. Hasil uji lanjut faktor biokompos terhadap berat berangkas basah dan kering pada vegetatif maksimum dan setelah panen

Faktor Biokompos	Vegetatif Maksimum		Setelah Panen	
	Berat basah (gr/tanaman)	Berat kering (gr/tanaman)	Berat basah (gr/tanaman)	Berat kering (gr/tanaman)
Tanpa biokompos	232,83 b	36,56 b	133,33 c	64,53 c
5 ton/ha	257,27 b	65,55 ab	227,78 b	96,10 bc
10 ton/ha	261,11 b	80,36 a	258,33 b	113,57 bc
15 ton/ha	436,11 a	88,37 a	355,06 a	168,34 a
20 ton/ha	369,44 ab	84,24 a	297,22 ab	130,71 ab
25 ton/ha	322,22 ab	73,73 a	286,11 ab	122,19 ab
BNJ 5%	144,11	34,97	75,85	50,86
Faktor Biochar	Berat basah (gr/tanaman)	Berat kering (gr/tanaman)	Berat basah (gr/tanaman)	Berat kering (gr/tanaman)
Tanpa biochar	295,79	70,32	254,63	114,71
20 ton/ha	330,53	72,61	264,65	117,1
BNJ 5%				

Keterangan *) : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

Menurut Asdar (2013), *Trichoderma* spp. memiliki sifat mikroparasitik yaitu kemampuan untuk menjadi parasit jamur lain yang dapat menghambat perkembangan patogen melalui proses mikroparasitisme, antibiotis, dan kompetisi. *Trichoderma* spp. mampu melakukan penetrasi ke dalam hifa jamur patogen (Galuh *et al.*, 2013) dan menghasilkan enzim kitinase yang secara aktif merusak sel-sel jamur patogen (Herman *et al.*, 2014). Selain itu jamur *Trichoderma* spp. dapat memproteksi tanaman dengan menghasilkan senyawa seperti gliotoksin yang dapat menghambat pertumbuhan patogen tular tanah (Sudantha, 2008b). Dilaporkan pula bahwa *T. harzianum* menghasilkan antifungi yang bekerja dengan cara menembus jaringan tanaman inang dan membentuk suatu penghalang agar jamur patogen tidak dapat masuk sehingga transport hara dan air menjadi lancar akibatnya pertumbuhan dan hasil tanaman meningkat (Cook, 2000 dalam Herlina, 2009).

Lebih tingginya C/N rasio tanah pada perlakuan tanpa biokompos yaitu 12% (harkat sedang) bila dibandingkan dengan C/N rasio tanah pada perlakuan biokompos dosis 15 ton/ha yaitu 8,4% (harkat rendah) mengakibatkan mineralisasi (pelepasan) hara pada perlakuan tanpa biokompos lebih sulit

dibandingkan perlakuan 15 ton/ha biokompos. Oleh sebab itu ketersediaan hara pada perlakuan tanpa biokompos menjadi lebih rendah. Akibatnya pembentukan biomassa untuk berangkas tanamanpun menurun, mengingat bahwa berangkas tanaman merupakan cerminan efisiensi penyerapan hara oleh tanaman (Gardner *et al.*, 1991).

Tidak bedanya berat berangkas basah dan kering pada perlakuan tanpa dan dengan biochar menunjukkan bahwa pada perlakuan tanpa biochar masih terdapat hara yang disuplai oleh keberadaan biokompos dan ketersediaan air yang mencukupi kebutuhan tanaman. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Surianingsun (2012) bahwa pemberian biochar tempurung kelapa belum memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman jagung.

Data pada **Tabel 3** menunjukkan bahwa hasil tertinggi panjang dan diameter tongkol terdapat pada perlakuan biokompos 15 ton/ha sedangkan hasil terendah terdapat pada perlakuan tanpa biokompos. Ukuran panjang dan diameter tongkol yang lebih kecil pada perlakuan tanpa biokompos terkait dengan ketersediaan nitrogen (N) dan posfor (P) yang kurang pada tanah pasir Lombok Utara. Kandungan nitrogen tanah pasir Lombok utara adalah 0,07% (harkat sangat

Tabel 3. Hasil uji lanjut faktor biokompos terhadap ukuran panjang tongkol dan diameter tongkol

Faktor biokompos	Panjang tongkol (cm)	Diameter tongkol (cm)
Tanpa biokompos	8,33 c	3.02 b
5 ton/ha	10,02 bc	3.40 b
10 ton/ha	12,07 ab	3.54 b
15 ton/ha	13,48 a	5.02 a
20 ton/ha	12,39 ab	4.6 a
25 ton/ha	11,65 ab	3.50 b
BNJ 5%	2,52	0.84
Faktor biochar	Panjang tongkol (cm)	Diameter tongkol (cm)
Tanpa biochar	11,30	4.05
20 ton/ha	11,35	3,66
BNJ 5%		

Keterangan *) : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

rendah) sedangkan kandungan posfornya yaitu 20,77 ppm (harkat sedang). Menurut Fageria dan Baligar (2005), kekurangan nitrogen pada tanaman menyebabkan hasil tanaman menurun. Lebih lanjut Sinclair dan de Wit (1975) mengungkapkan bahwa jika kekurangan nitrogen pada fase perkembangan tongkol atau pengisian biji maka mengakibatkan tongkol tidak berkembang penuh. Dilaporkan pula bahwa jika kekurangan hara posfor dapat mengakibatkan rendahnya perkembangan tongkol dan biji jagung (Jumakir *et al.*, 2000).

Ukuran panjang dan diameter tongkol yang lebih besar pada perlakuan biokompos dosis 15 ton/ha merupakan akibat dari keberadaan jamur *Trichoderma* spp. pada biokompos yang dapat meningkatkan hara nitrogen dan posfor bagi tanaman. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Bryla dan Koide (1998) dalam Subhan *et al.* (2012) bahwa pemberian jamur *Trichoderma* spp. dapat meningkatkan kandungan posfor di lahan berjenis tanah asosiasi Oxisols dan Alluvial. Dilaporkan pula bahwa biokompos hasil fermentasi *Trichoderma* dapat menyebabkan kandungan nitrogen tanah menjadi tersedia dan cukup bagi tanaman kedelai (Purnama, 2014).

Trichoderma spp. mampu menghasilkan enzim-enzim pengurai yang

dapat menguraikan bahan organik. Penguraian ini melepaskan hara yang terikat dalam senyawa kompleks menjadi tersedia bagi tanaman (Pratama, 2015). Lebih lanjut Trautman dan Olynciw (1996) menegaskan bahwa *T. harzianum* menghasilkan enzim selulase yang dapat memisahkan selulosa yang ada pada bahan organik menjadi ligni-selulose, kemudian merombaknya menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga segera dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Meningkatnya kandungan unsur hara pada perlakuan biokompos mengakibatkan penimbunan asimilat untuk membentuk biomassa tongkol semakin tinggi sehingga ukuran tongkolpun menjadi lebih besar.

Data pada **Tabel 4** menunjukkan bahwa pada perlakuan biokompos dosis 15 ton/ha diperoleh rata-rata hasil sebesar 6,25 ton/ha, hasil ini sesuai dengan potensi rata-rata jagung varietas Srikandi yang mencapai 6 ton/ha (Adnan *et al.*, 2010) dan hasil ini melampaui target program pemerintah Sapi, Jagung, dan Rumput laut (PIJAR) yaitu 4,5 ton/ha.

Meningkatnya berat tongkol dan pipilan kering pada perlakuan biokompos disebabkan oleh kemampuan biokompos sebagai substrat organik yang dapat menahan air (Sudantha dan Suwardji, 2013) dan hara sehingga tersedia bagi tanaman (Tejasuwarno, 1999).

Tabel 4. Hasil uji lanjut faktor biokompos terhadap berat tongkol dan berat pipilan kering

Faktor biokompos	Berat tongkol (gr/tongkol)	Berat pipilan kering (gr/tongkol)	Berat pipilan kering (ton/ha)
Tanpa biokompos	25,4 c	18,02 c	2.1624 c
5 ton/ha	39,6 bc	30,39 bc	3.6468 bc
10 ton/ha	55,39 ab	37,44 ab	4.4928 ab
15 ton/ha	77,29 a	52,1 a	6.252 a
20 ton/ha	65,47 ab	47,27 ab	5.6724 ab
25 ton/ha	54,18 ab	40,50 ab	4.86 ab
BNJ 5%	24,68	17,62	17,62
Faktor biochar	Berat tongkol (gr/tongkol)	Berat pipilan kering (gr/tongkol)	Berat pipilan kering (ton/ha)
Tanpa biochar	52,11	37,57	4.5084
20 ton/ha	53,69	37,66	4.5192
BNJ 5%			

Keterangan *) : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

Kemampuan menahan hara disebabkan oleh tingginya nilai KTK biokompos yaitu 251,71 me/100 g. Hal ini sejalan dengan pendapat Suntoro (2003), bahwa bahan organik seperti biokompos memiliki muatan negatif cukup tinggi yang dapat meningkatkan KTK tanah dalam menahan kation-kation hara sehingga tersedia bagi tanaman. Sumber utama muatan negatif biokompos adalah gugus karboksil (COOH) dan fenolik (OH) (Brady, 1990). Tingginya muatan negatif biokompos terkait dengan pH biokompos yang mencapai 7,20. Pada pH ini larutan tanah banyak mengandung OH^- dan mengikat H^+ . Akibatnya terjadi pelepasan H^+ dari gugus karboksil dan fenolik pada biokompos dan terjadi peningkatan muatan negatif (COO^- dan O^-), sehingga KTK meningkat (Parfit, 1980 dalam Suntoro, 2003). Posisi H^+ yang terlepas dari gugus karboksil dan fenolik pada biokompos akan digantikan oleh kation hara. Setelah terjadi kejenuhan ikatan hara, maka hara terlepas dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman sedangkan posisi hara kembali digantikan oleh ion hidrogen (H^+).

Dengan kemampuan biokompos dalam menahan dan mensuplai hara, maka kebutuhan tanaman akan hara dapat terpenuhi mengingat bahwa tanaman jagung merupakan tanaman berbiji yang membutuhkan pasokan hara untuk produksi asimilat yang relatif tinggi pada fase pengisian biji tongkol (Sinclair dan de Wit, 1975). Selain itu keberadaan jamur *T. harzianum* pada biokompos mampu melarutkan posfor yang terikat menjadi tersedia untuk pertumbuhan tongkol. Sebagaimana diungkapkan oleh Subowo (2013) bahwa *T. harzianum* dapat

menghasilkan senyawa organik yang mampu melarutkan P terikat pada Al dan Fe. Senyawa organik dapat mengikat Al dan Fe menjadi bentuk kompleks Al-Fe-Khelat dan melepaskan PO_4^- terlarut sehingga mudah diserap tanaman. Tanaman sangat membutuhkan hara posfor untuk membentuk bunga betina (Sutejo, 1995), bunga betina mempengaruhi ukuran tongkol karena tongkol merupakan perkembangan dari bunga betina (Marschner, 1986). Selain dapat melarutkan posfor, *T. harzianum* mampu menghasilkan hormon auksin dan giberelin yang berperan dalam merangsang pertumbuhan buah atau biji (Latifah *et al*, 2011). Hormon auksin yang dihasilkan sebesar $9.656 \mu\text{M}$ dan akan menurun jika nutrisi berkurang (Ramadhani, 2007). Hormon ini bekerja dengan cara mengaktifkan enzim untuk memutuskan ikatan hidrogen rantai molekul selulosa pada dinding sel, akibatnya dinding sel terbuka sehingga air bisa masuk secara osmosis dan menekan seluruh permukaan bagian dalam membran sel yang menyebabkan sel membesar dan terus tumbuh kemudian membelah dan mensintesis protein struktural untuk pembentukan organel sel baru (Wattimena, 1988 dalam Aryanti, 2012). Hal ini meningkatkan pertumbuhan sel bunga betina serta bertambahnya ukuran dan berat tongkol yang pada akhirnya meningkatkan berat biji tanaman. Sebagaimana hasil penelitian Arianci (2014) bahwa *Trichoderma* spp. dapat menghasilkan hormon tertentu untuk meningkatkan berat dan jumlah polong biji kedelai di lahan gambut.

Tabel 5. Hasil uji lanjut faktor biokompos terhadap berat 100 biji

Faktor biokompos	Berat 100 biji (gr)
Tanpa biokompos	17,2 b
5 ton/ha	20,5 ab
10 ton/ha	21,1 ab
15 ton/ha	22,9 a
20 ton/ha	21,9 a
25 ton/ha	20,6 ab
BNJ 5%	4,35
Faktor biochar	Berat 100 biji (gr)
Tanpa biochar	20,54
20 ton/ha	20,94
BNJ 5%	

Keterangan *) : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

Meningkatnya berat 100 biji pada perlakuan biokompos 15 ton/ha (**Tabel 5**) sebagai akibat dari kesesuaian pH untuk penyerapan hara terutama posfor yang berperan dalam perkembangan biji pada tanaman jagung (Marschner, 1986). Hasil analisis tanah setelah panen pada perlakuan biokompos 15 ton/ha menunjukkan bahwa pH tanah berada dalam kondisi netral (7,20) dan kandungan posfor sangat tinggi yaitu 52,87 ppm. Posfor mudah terserap oleh tanaman dalam pH netral (Hardjowigeno, 2003), karena pH netral mengurangi penyerapan posfor oleh kation penyebab asam seperti Al dan Fe (Nurida dan Rachman 2009). Posfor berfungsi dalam translokasi asimilat, menyimpan dan mentransfer energi yang berasal dari fotosintat dan digunakan dalam proses metabolisme (Liferdi, 2010) untuk mendukung perkembangan biji (Sutarwi *et al.*, 2013). Dilaporkan pula bahwa kekurangan hara nitrogen pada tanaman dapat menurunkan produksi biji (Sinclair dan de Wit, 1975), karena nitrogen merupakan hara esensial dalam pembentukan biji tanaman (Salisbury dan Ross 1995a).

Perkembangan biji jagung pada perlakuan dengan biokompos disebabkan oleh pengaruh keberadaan jamur *T. harzianum*. Jamur ini mampu melakukan kolonisasi di rhizosfer dan mengeluarkan

hormon yang dapat didifusikan ke dalam jaringan tanaman untuk memacu perkembangan biji (Sudantha 2010b). Hal ini sesuai dengan pendapat Salisbury dan Ross (1995b) bahwa jamur yang hidup di dalam tanah dapat menghasilkan etilen yang disintesis di salah satu bagian tanaman kemudian dipindahkan ke bagian lain dan dapat menimbulkan suatu respon fisiologis sehingga dapat memacu pertumbuhan biji pada tanaman.

Hasil yang tidak berbeda nyata antar perlakuan tanpa dan dengan biochar disebabkan oleh efek biochar dalam jangka panjang. Sebagaimana pendapat Wiryono (2012) bahwa biochar tidak mengalami pelapukan lanjut sehingga jika diaplikasikan di dalam tanah, maka efeknya akan terlihat dalam jangka waktu yang lebih lama. Sedangkan biokompos memberikan efek dalam waktu yang relatif singkat. Hal ini pula yang mengakibatkan kedua perlakuan tidak menunjukkan interaksi dalam meningkatkan hasil tanaman jagung di lahan kering.

KESIMPULAN

Perbedaan penambahan konsentrasi Perlakuan biokompos stimulator *Trichoderma* spp. dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tananam jagung di lahan kering. Perlakuan biochar tempurung kelapa belum memberikan pengaruh yang

nyata terhadap semua parameter pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Aplikasi biokompos stimulator *Trichoderma* spp. dosis 15 ton/ha memberikan pertumbuhan dan hasil terbaik dibandingkan dengan dosis biokompos lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., Dariah, A., Mulyani, A. 2008. Strategi dan teknologi pengelolaan lahan kering mendukung pengadaan pangan nasional. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27 (2).
- Adnan, A. M., Rapar C., Zubachtirodin. 2010. Deskripsi Varietas Unggul Jagung. Kementerian Pertanian Pusat Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Pangan Balai Penelitian Tanaman Serealia. <http://balitsereal.litbang.deptan.go.id/pdf>. [Diakses Tanggal 17 Juli 2014].
- Aqil, M., Firmansyah, U. I. 2007. Pengelolaan Air Tanaman Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros. <http://203.176.181.70/bppi/lengkap/bpp10251.pdf>. [Diakses Tanggal 18 juni 2014].
- Arianci, R., Nelvia, Idwar. 2014. Pengaruh Komposisi Kompos TKKS, Abu Boiler dan *Trichoderma* terhadap Pertanaman Kedelai pada Sela Tegakan Kelapa Sawit Yang Telah Menghasilkan Di Lahan Gambut. <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/article/viewFile/2683/2615>. [Diakses Tanggal 6 Mei 2015].
- Aryanti, W. S. 2012. Kinerja Zat Pemacu Pertumbuhan Dari Cairan Rumpuk Laut *Sargassum Polycistum* Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* L. Merril). Anatomi Fisiologi.
- Asdar. 2013. "Pemanfaatan Agens Hayati Dalam Menginduksi Ketahanan Terhadap Penyakit Kutula Pada Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.)". Tesis. <http://www.scribd.com/doc/129043916/Tesis-Asdar-2013>. [Diakses Tanggal 7 Juli 2014].
- Bambang, C. 2003. *Kacang Buncis: Teknik Budi Daya & Analis Usaha Tani*. Kanisius, Yogyakarta.
- BAPPEBTI. 2012. Gudang SRG Solusi Impor Jagung. <http://www.bappebti.go.id/id/edu/articles/detail/2989.html> [Diakses Tanggal 17 juni 2014].
- Bintang, Lahudin. 2007. Suplai hara N,P,K dan perubahan pH serta pertumbuhan tanaman kedelai dengan pemberian abu serbuk gergaji pada tanah ultisol. <http://bintangposma.files.wordpress.com/2010/07/suplai-hara-n-p-dan-k1.pdf> [Diakses Tanggal 5 Mei 2015].
- BPS NTB. 2014. Berita resmi statistik. Angka Sementara Tahun 2013 Produksi Padi dan Palawija Provinsi Nusa Tenggara Barat. http://ntb.bps.go.id/data_uploads/brs/brs-2014-03-03-padi-jagung.pdf. [Diakses Tanggal 17 juni 2014].
- BPS. 2014. Laporan Bulanan Data Sosial Ekonomi Edisi 45 Februari 2014. http://www.bps.go.id/download_file/IP_Februari_2014.pdf. [Diakses Tanggal 17 Juni 2014].
- Brady, N. C. 1990. *The Nature and Properties of Soil*. Mac Millan Publishing Co., New York.
- Buckman, H. O., Brady. 1982. *Ilmu Tanah Terjemahan Soegiman*. PT. Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- Didiek, H. G. 2008. Energi Alternatif Biochar Solusi untuk Krisis Energi dan Pangan. http://www.article_detail.php.html. [Diakses Tanggal 10 September 2014].
- DPTP Jawa Barat. 2013. Petunjuk Pelaksanaan Sekolah Lapangan Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL-PTT) Padi Dan Jagung di Jawa Barat Tahun 2013. http://diperta.jabarprov.go.id/assets/data/arsip/juklak_slptt_serealia_provinsi_2013_final.pdf. [Diakses Tanggal 17 juni 2014].

- Fageria, N. K., Baligar, C. V. 2005. *Enhancing Nitrogen Use Efficiency in Crop Plants*. Adv. Agron. 88: 97-185.
- Faizal. 2014. "Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Kompos Dengan Stimulator *Trichoderma* Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays L*) Varietas Bonanza F1". Skripsi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- Galuh, S., Pradana, Ardyati, T., Aini, Q. L. 2013. Eksplorasi Kapang Antagonis dan Kapang Patogen Tanaman Apel di Lahan Perkebunan Apel Poncokusumo. <http://www.biotropika.ub.ac.id/index.php> [Diakses Tanggal 12 Mei 2015].
- Gardner, F. P., Brent, P., Roger, L., Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Terjemahan H. Susilo. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Mediatama Sarang Perkasa, Jakarta.
- Harjadi, S. S. 1993. *Pengantar Agronomi*. Departemen Agronomi Fakultas Pertanian. PT. Gramedia, Jakarta.
- Hasiholan, B., Suprihati, M. S., Isjawara, M. R. 2000. Pengaruh Perbandingan Nitrat dan Amonium terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactusa Sativa L.*) yang Dibudidayakan secara Hidroponik. http://repository.uksw.edu/bitstream/123456789/438/2/PROS_Bistok%20H-S-SuprihatiMuryas%20R%20Isjwara_.pdf. [Diakses Tanggal 5 Mei 2015].
- Herlina, L. 2009. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai Biofungisida pada Tanaman Tomat. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/biosaintifika/article/view/35/30> [Diakses Tanggal 27 Mei 2015].
- Herlina, L., Dewi, P. 2010. "Penggunaan Kompos Aktif *Trichoderma harzianum* dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Cabai". Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. <http://journal.unnes.ac.id>. [Diakses Tanggal 14 Februari 2015].
- Herman, Lakani, I., Yunus, M. 2014. Potensi *Trichoderma* sp. dalam Mengendalikan Penyakit Vascular Streak Dieback (*Oncobasidium theobroma*) pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao*). <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php> [Diakses Tanggal 11 Mei 2015].
- Jumakir, Waluyo, Suparwoto. 2000. Kajian berbagaikombinasi pengapuran dan pemupukan terhadap pertumbuhan dan produksi kacang tanah (*Arachis hypogea L.*) di lahan pasang surut. *Jurnal Agronomi*, 8 (1): 11-15.
- Latifah, A., Kustantinah, Soesanto, L. 2011. Pemanfaatan Beberapa Isolat *Trichoderma harzianum* Sebagai Agensia Pengendali Hayati Penyakit Layu Fusarium Pada Bawang Merah In Planta. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/eugenia/article> [Diakses Tanggal 12 Mei 2015].
- Liferdi, L. 2010. Efek Pemberian Posfor terhadap Pertumbuhan dan Status Hara pada Bibit Manggis. <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=184749&val> [Diakses Tanggal 3 Mei 2015].
- Lina. 2009. "Penggunaan Kompos Aktif *Trichoderma harzianum* Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Cabai". Fakultas MIPA. Universitas Negeri Semarang.
- Lingga, P., Marsono. 2005. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Ma'shum, M., Lolita, E. S., Sukartono, Kunto, K. 2003. "Optimasi Pemanfaatan Sumberdaya Lahan Kering untuk Pengembangan Budidaya Kedelai dan Jagung melalui Pendekatan Biologi dan Pemanenan Air Hujan Menuju Pertanian Berkelanjutan". Laporan Penelitian Riset Unggulan Terpadu (RUT) Tahun 2003.
- Manurung, Gusniarty, R., Priyono, Prawito, Yudhi, Bertham, H. 2013. Biochar untuk Perbaikan Beberapa Kualitas Sifat

- Fisik Dan Biologi Tanah Pada Sistem Pertanian Tebang Dan Bakar. <http://repository.unib.ac.id/1042/> [Diakses Tanggal 23 Mei 2015].
- Marschner, H. 1986. *Mineral Nutrition in Higher Plants*. Academic Press London.
- Mas'ad, U. 2012. "Uji Cara Aplikasi Biokompos Pada Beberapa Varietas Kedelai di Lahan Kering". Tesis. Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Lahan Kering, Program Pascasarjana Universitas Mataram.
- Moeskops, B. 2007. *Soil Quality under Organic and Conventional Agriculture in Java*. Intern Report of PhD Research. Ghent University, Belgium.
- Multazam. 2012. "Uji Dosis Biochar dan Pupuk Nitrogen terhadap Efisiensi Penggunaan Air dan Perbaikan Sifat Fisik Tanah serta Pertumbuhan Jagung pada Tanah Pasiran Lombok Utara". Tesis. Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Lahan Kering, Program Pascasarjana Universitas Mataram.
- Novizan. 2002. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Nurdin, Maspeke, P., Ilahude, Z., dan Zakaria, F. 2008. Pertumbuhan dan Hasil Jagung yang Dipupuk N, P, dan K pada Tanah Vertisol Isimu Utara Kabupaten Gorontalo. <http://repository.uns.ac.id/get/karyailmiah/14/pertumbuhan-dan-hasil-jagung-yang-dipupuk-n-p-dan-k-pada-tanah-vertisol-isimu-utara-kabupaten-gorontalo.pdf> [Diakses Tanggal 4 Maret 2015].
- Nurida, Rachman. 2009. Alternatif Pemulihan Lahan Kering Masam Terdegradasi dengan Formula Pembenah Tanah Biochar di Typic Kanhapludultsn Lampung. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id/ind/dokumentasi/lainnya/59%20terdegradasi.pdf>. [Diakses Tanggal 4 juni 2014].
- Pratama, R. E., Mardhiansyah, M., Oktorini, Y. 2015. Waktu Potensial Aplikasi Mikoriza dan *Trichoderma* spp. Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Semai *Acacia mangium*. <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFA-ERTA/article/download/5271/5150> [Diakses Tanggal 5 Mei 2015].
- Purnama, M. 2014. "Uji Dosis Biokompos dan Biochar terhadap Keragaan Pertumbuhan dan Hasil Kedelai pada Tanah Entisol". Tesis. Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Lahan Kering, Program Pascasarjana Universitas Mataram.
- Ramadhani, D. 2007. Formulasi Pupuk Bioorganik Campuran *Trichoderma harzianum*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/33091>. [Diakses Tanggal 10 Mei 2015].
- Rauf. 2009. Penampilan Agronomi Beberapa Varietas Jagung pada Dua Zona Agroekologi di Papua. <http://balitsereal.litbang.deptan.go.id/ind/images/stories/1bpros11.pdf>. [Diakses Tanggal 18 Juni 2014].
- Rostaliana, Pevi, Priyono, Prawito, Edhi, Turmudi. 2013. "Pemanfaatan Biochar untuk Perbaikan Kualitas Tanah dengan Indikator Tanaman Jagung Hibrida dan Padi Gogo pada Sistem Lahan Tebang Bakar". Tesis. Fakultas Pertanian Unib.
- Rukmana, R. 2007. *Jagung Budidaya Pasca Panen dan Penganekaragaman Pangan*. CV. Aneka Ilmu, Semarang.
- Salisbury, F. B., Ross, C. W. 1995 a. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1. Perkembangan Tumbuhan dan Fisiologi Tumbuhan* (Terjemahan D. R. Lukman dan Sumaryono). Penerbit ITB, Bandung.
- Salisbury, F.B., and C. W. Ross, 1995 b. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3. Perkembangan Tumbuhan dan Fisiologi Tumbuhan* (Terjemahan D. R. Lukman dan Sumaryono). Penerbit ITB, Bandung.
- Sinclair, T. R., and Wit, C.T. 1975. *Photosynthetic and Nitrogen Requirements for Seed Production by Various Crops*. Science. Washington, DC. 189, 565-567.

- Sonia, T. 2014. Pengaruh Aplikasi Bahan Organik Segar dan Biochar Terhadap Ketersediaan P dalam Tanah di Lahan Kering Malang Selatan. <http://jtsl.ub.ac.id/index.php/jtsl/article/viewfile/103/112>. [Diakses Tanggal 4 Juni 2014].
- Subhan, Sutrisno, N., Sutarya, R. 2012. Pengaruh Cendawan *Trichoderma* sp. terhadap Tanaman Tomat pada Tanah Andisol. http://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi/article/viewFile/509/324. [Diakses Tanggal 6 Mei 2015].
- Subowo, Y. B. 2013. Kemampuan Beberapa Jamur Tanah dalam Menguraikan Pestisida Deltametrin dan Senyawa Lignoselulosa. http://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi/article/ [Diakses Tanggal 12 Mei 2015].
- Sudantha, I. M. 2010b. Pengujian Beberapa Jenis Jamur Endofit Dan Saprofit *Trichoderma* spp. Terhadap Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Kedelai. http://fp.unram.ac.id/data/2012/04/20-2-3_02-sudantha_rev-wangiyana.p.pdf. [Diakses Tanggal 17 Juni 2014].
- Sudantha, I. M. 2007. "Karakteristik dan Potensi Jamur Endofit dan Saprofit Antagonistik Sebagai Agens Pengendali Hayati Jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* pada Tanaman Vanili di Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat". Disertasi. Ilmu Pertanian Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Sudantha, I. M. 2008b. *Patogen tumbuhan tular tanah dan pengendaliannya*. Mataram University Press, Mataram.
- Sudantha, I. M. 2009. Laporan Penelitian Uji Antagonisme Jamur Endofit dan Saprofit terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* sp. Glycine pada Tanaman Kedelai". Fakultas Pertanian Universitas Mataram.
- Sudantha, I. M. 2010. *Buku Teknologi Tepat Guna: Penerapan Biofungisida dan Biokompos pada Pertanian Organik*. Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram.
- Sudantha, I. M. 2011b. Uji aplikasi beberapa jenis biokompos (hasil fermentasi jamur *T. koningii* isolat ENDO-02 dan *T. harzianum* isolat SAPRO-07) pada dua varietas kedelai terhadap penyakit layu fusarium dan hasil kedelai. *Agroteksos*, 21 (1).
- Sudantha, I. M., Suwardji. 2012. "Pemanfaatan Bioaktivator dan Biokompos (Mengandung Jamur *Tichroderma* spp. dan Mikoriza) Untuk Meningkatkan Kesehatan, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai Di Lahan Kering. Penelitian Hibah Pascasarjana PM-PSLK, Universitas Mataram.
- Sudantha, I. M., Suwardji. 2013. "Pemanfaatan Biokompos, Bioaktivator dan Biochar untuk Meningkatkan Hasil Jagung dan Berangkasan Segar pada Lahan Kering Pasiran dengan Sistem Irigasi *Sprinkler Big Gun*". Usul Penelitian Unggulan Strategis Tema: Ketahanan dan Keamanan Pangan (*Food Safety & Security*). Laporan Penelitian Strategis Nasional, Universitas Mataram.
- Sudantha, I. M. 2008a. "Aplikasi Jamur *Trichoderma* spp. (Isolat ENDO-02 dan 04 Serta SAPRO-07 dan 09) Sebagai Biofungisida, Dekomposer dan Bioaktivator Pertumbuhan dan Pembungaan Tanaman Vanili dan Pengembangannya pada Tanaman Hortikultura dan Pangan Lainnya di NTB". Laporan Penelitian Hibah Kompetensi DP2M Dikti - Fakultas Pertanian UNRAM. Mataram.
- Sukartono, W. H. Utomo, W. H. Nugroho, Kusuma, Z. 2011. Simple biochar production generated from cattel dung and coconut shell. *Jurnal of Basic and Applied Scientific Research*, 1 (10): 1680-1685.
- Suntoro. 2003. "Peranan Bahan Organik terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya". Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas

- Maret Diucapkan di Muka Sidang Senat Terbuka Universitas Sebelas Maret Surakarta pada Tanggal 4 Januari 2003. <http://suntoro.staff.uns.ac.id/files/2009/04/pengukuhan-prof-suntoro.pdf> [Diakses Tanggal 1 Januari 2015].
- Sutarwi, Pujiasmanto, B., Supriyadi. 2013. Pengaruh Dosis Pupuk Fosfat terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* (L.) Merr) pada Sistem Agroforestri. <http://jurnal.pasca.uns.ac.id>. [Diakses Tanggal 10 Juni 2015].
- Sutejo, M. M. 1995. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta, Jakarta
- Suwahyono. 2003. “*Trichoderma harzianum* Indigenus untuk Pengendalian Hayati”. Studi Dasar Menuju Komersialisasi Dalam Panduan Seminar Biologi. Fakultas Biologi UGM, Yogyakarta.
- Suwardji, G, Suardiari., Hippi, A. 2007. “Meningkatkan Efisiensi Air Irigasi dari Sumber Air (Sumber Air Tanah Dalam) pada Lahan Kering Pasiran Lombok Utara Menggunakan Teknologi Irigasi *Springkler Big Gun*”. Prosiding Kongres Nasional HITI IX, 5-7, Yogyakarta.
- Suwardji, Tejowulan, Rakhman., Munir, B. 2003. “Rencana Strategis Pengembangan Lahan Kering Provinsi NTB”. Bappeda NTB.
- Tejasuwarno. 1999. Pengaruh Pupuk Kandang terhadap Hasil Wortel dan Sifat Fisik Tanah. Kongres Nasional VII. HITI, Bandung.
- Trautman, N., Olynciw, E. 1996. *Compost microorganism. Cornell Composting. Science and Engineering*, Cornell University.
- Umiyasih, Wina. 2008. Pengolahan dan Nilai Nutrisi Limbah Tanaman Jagung Sebagai Pakan Ternak Ruminansia. <http://peternakan.litbang.deptan.go.id/fullteks/wartazoa/wazo183-2.pdf>. [Diakses Tanggal 18 Juni 2014].
- Wakman, W. 2002. “Sebaran Dua Species Cendawan Penyebab Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung”. Makalah Disajikan pada Seminar PFI di Universitas Negeri Jember Sudirman Purwokerto.
- Wakman, W., Burhanuddin. 2007. Pengelolaan Penyakit Prapanen Jagung. <http://balitser.litbang.pertanian.go.id/ind/images/stories/satutujuh.pdf>. [Diakses Tanggal 23 Mei 2015].
- Widawati, S., Nurkanto, A., Sudiana, I. M. 2008. Aktivitas pelarutan fosfat oleh aktinomisetes yang diisolasi dari Waigeo, Kepulauan Raja Ampat, Papua Barat. *Biodiversitas*, 9 (2): 87-90.
- Winarso. 2012. Prospek dan Kendala Pengembangan Agribisnis Jagung di Provinsi Nusa Tenggara Barat. <http://jptonline.or.id/index.php/ojs-jpt/article/download/52/43>. [Diakses Tanggal 25 juni 2014].
- Wiryo. 2012. “Pemanfaatan Biochar dan Biokompos dalam Meningkatkan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dan Perubahan Sifat Kimia Tanah Inceptisol Kabupaten Lombok Timur”. Tesis. Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Lahan Kering, Program Pascasarjana Universitas Mataram.
- Yunita, O. I. 2012. “Retensi Hara Nitrogen, Posfor dan Kalium pada Tanah Berpasir Akibat Penggunaan Biochar dan Pupuk Kandang untuk Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)”. Skripsi. Universitas Mataram. Mataram.
- Zulkarnain. 2012. “Potensi Jagung, Upaya Meningkatkan Produksi dan Pemasaran Luar Negeri”. http://djpen.kemendag.go.id/app_frontend/admin/docs/publication/9471360218764.pdf. [Diakses Tanggal 25 juni 2014].